Aus dem Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. R. Bauer

Röntgenologische kraniometrische Untersuchungen am Gesichtsschädel bei der frontalen Dysplasie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt
von

Diethard Möller

aus Wittichenau

1963

7587

Dekan: Prof. Dr. Dr. Eugen Fröhlich

1. Berichterstatter: Dozent Dr. Hermann Schmidt

2. Berichterstatter: Professor Dr. Robert Bauer

Z. menschl. Vererb.- u. Konstitutionslehre 37, 60—68 (1963)

Aus dem Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen
(Direktor: Prof. Dr. R. Bauer)

Röntgenologische kraniometrische Untersuchungen am Gesichtsschädel bei der frontalen Dysplasie

Von

D. Möller

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 11. April 1963)

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN.

„Der Winkel Nasion—Tuberculum sellae—Basion (Basalwinkel) kann als eine wichtige Konstante im Bauplan des Menschenschädels angesehen werden" (Bergerhoff 1953). Jede Änderung des Winkels weist auf eine Anomalie im Aufbau des Schädels hin.

Bei der frontalen Dysplasie wurde eine starke Vergrößerung dieses Basalwinkels festgestellt. Gegenüber dem von vielen Untersuchern festgestellten Mittelwert des von Welcker erstmals genannten Winkels mit 130—132° (Literatur s. bei Schmidt und Fischer 1960) beträgt der Basalwinkel bei der frontalen Dysplasie im Mittel 144°. Es besteht somit eine Differenz von 12° zur Norm.

Die Deformität der Schädelkalotte bei der frontalen Dysplasie wurde von Eva-Maria Dürr (1963) untersucht und das Ausmaß der Abweichung von der Norm festgestellt. H. Schmidt (1963) ist auf die regelmäßigen Zusammenhänge zwischen Basisdeformität und Kalottenverformung eingegangen.

Weiterhin hatte Eva-Maria Dürr bei der frontalen Dysplasie eine starke Verkürzung der vorderen Schädelbasis festgestellt. Soll es nicht zu einem unnatürlichen Absatz kommen, müssen die angrenzenden Teile des oberen Gesichtes ebenfalls im Sagittaldurchmesser verkürzt sein.

Das Ausmaß dieser Gesichtsveränderungen bei der frontalen Dysplasie festzustellen, ist das Ziel der vorliegenden Arbeit.

I. Meßweise

Für die verschiedenen Teile des Schädels lassen sich nicht immer auf dem Röntgenbild genau abgegrenzte deutlich definierbare Punkte finden. Für die gestellten Aufgaben wurden das Nasion, das Tuberculum sellae, das Basion, die Spina nasalis anterior und die Spina nasalis posterior herangezogen. Durch Winkel- und Streckenmessungen zwischen diesen einzelnen Punkten konnten vergleichbare Werte zu den Dysplasien gefunden werden.

Im einzelnen wurden folgende Winkel und Strecken bestimmt:

1. Für die Länge

a) Die Strecke Tuberculum sellae—Nasion der S;

b) die Länge des harten Gaumens zwischen pina nasalis anterior et posterior.

2. Für die Höhe

a) die Strecke Nasion—Spina nasalis anterior;
b) die Strecke Tuberculum sellae—Spina nasalis posterior.

3. Winkelmaße

a) Nasion—Tuberculum sellae—Spina nasalis anterior;
b) Nasion—Tuberculum sellae—Spina nasalis posterior;
c) Tuberculum sellae—Nasion—Spina nasalis anterior;
d) Nasion—Basion—Spina nasalis anterior.

Insgesamt wurden je 100 männliche und weibliche normale Schädelaufnahmen ausgewertet. Mit diesen Normalmaßen wurden die an 20 Beobachtungen mit einer frontalen Dysplasie erhobenen Maße verglichen.

II. Meßergebnisse

Die bei der Messung an je 100 normalen Frauen und Männern erhaltenen Meßwerte sind in der Tabelle 1 wiedergegeben.

Die Werte, die bei frontaler Dysplasie erhoben wurden, sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 1. *Meßergebnisse nach Schädelaufnahmen Normaler*

	Frauen	Männer	Gesamt
Längenmaße:			
Tuberculum sellae — Nasion	$6{,}3 \pm 0{,}5$ cm	$6{,}4 \pm 0{,}4$ cm	$6{,}35 \pm 0{,}45$ cm
Palatum durum	$5{,}0 \pm 0{,}6$ cm	$5{,}0 \pm 0{,}5$ cm	$5{,}0 \pm 0{,}55$ cm
Höhenmaße:			
Nasion — Spina nasalis anterior	$5{,}8 \pm 0{,}6$ cm	$6{,}0 \pm 0{,}4$ cm	$5{,}9 \pm 0{,}5$ cm
Tuberculum — Spina nasalis posterior	$5{,}3 \pm 0{,}8$ cm	$5{,}7 \pm 0{,}4$ cm	$5{,}5 \pm 0{,}6$ cm
Winkelmaße:			
Tuberculum — Nasion — Spina nasalis anterior	$82 \pm 5{,}5^0$	$81 \pm 5{,}1^0$	$81{,}5 \pm 5{,}2^0$
Spina nasalis anterior — Basion — Nasion	$31 \pm 4{,}0^0$	$31 \pm 4{,}3^0$	$31 \pm 4{,}1^0$
Nasion — Tuberculum sellae — Spina nasalis anterior	$45 \pm 5{,}0^0$	$47 \pm 5{,}2^0$	$46 \pm 5{,}0^0$
Nasion — Tuberculum sellae — Spina nasalis posterior	$80 \pm 5{,}2^0$	$80 \pm 7{,}1^0$	$80 \pm 6{,}1^0$

III. Diskussion der Meßweise und der Meßergebnisse

1. Längenmaße (Abb. 1)

Das Tuberculum sellae wie das Nasion, also der Schnittpunkt der Außenkontur des Stirnbeines mit der Sutura nasofrontalis, sind im seitlichen Röntgenbild des Schädels immer genügend deutlich zu sehen.

Warum als Meßpunkt das Tuberculum und nicht das Zentrum der Sella (Brodie, Björk, Lindegård) genommen wurde, wurde durch Eva-Maria Dürr bereits ausführlich begründet.

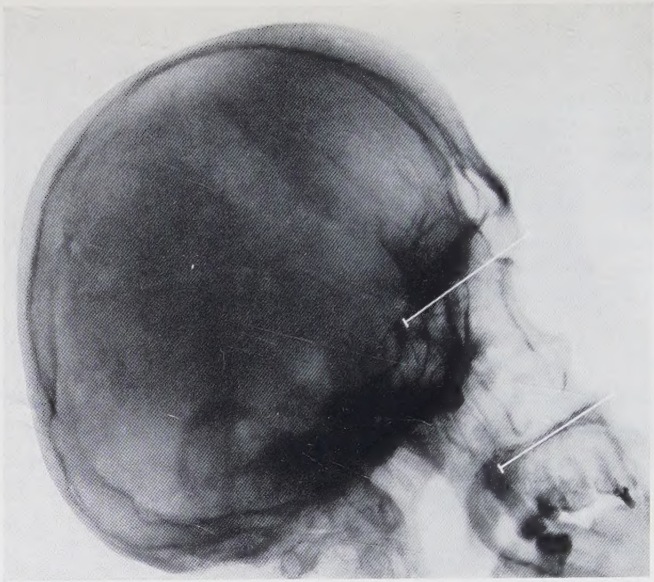

Abb. 1. Eingezeichnete Längenmaße in der Seitenaufnahme eines Schädels mit frontaler Dysplasie.
Länge der vorderen Schädelbasis: 5,5 cm; Norm 6,3 cm
Länge des harten Gaumens: 4,5 cm; Norm 5,0 cm

Tabelle 2. *Meßergebnisse bei frontaler Dysplasie*

Längenmaße:	
Tuberculum — Nasion	$5{,}5 \pm 0{,}25$ cm
Palatum durum	$4{,}3 \pm 0{,}4$ cm
Höhenmaße:	
Nasion — Spina nasalis anterior	$5{,}6 \pm 0{,}6$ cm
Tuberculum — Spina nasalis posterior	$4{,}9 \pm 0{,}7$ cm
Winkelmaße:	
Tuberculum — Nasion — Spina nasalis anterior	$76 \pm 7{,}4^0$
Spina nasalis anterior — Basion — Nasion	$31 \pm 5{,}0^0$
Nasion — Tuberculum — Spina nasalis anterior	$51 \pm 7{,}2^0$
Nasion — Tuberculum — Spina nasalis posterior	$89 \pm 7{,}1^0$

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$6{,}3 \pm 0{,}5$ cm
	Männer	$6{,}4 \pm 0{,}4$ cm
	Insgesamt	$6{,}35 \pm 0{,}45$ cm
Frontale Dysplasie		$5{,}5 \pm 0{,}25$ cm

Mit einem t-Wert von 8 besteht eine statistisch gute Signifikanz. Wie auch bei dem von Eva-Maria Dürr mitgeteilten Ergebnis für die (innere) Stirngrubenlänge fällt auf, daß die Standardabweichung — prinzipiell im Gegensatz zu sämtlichen anderen Werten — bei den Deformitäten geringer ist als bei der Norm. Die Verkürzung der vorderen

Schädelgrube ist demnach als weitgehend konstantes Kennzeichen der frontalen Dysplasie zu werten. Sie ist nicht nur am Innenmaß Tuberculum—Endofrontale (Dürr) festzustellen, sondern in etwa gleichem Ausmaß auch an der Außenstrecke Tuberculum—Nasion.

Die in der Literatur bisher mitgeteilten Werte über die Distanz zwischen Sella und Nasion liegen wenige Millimeter unter dem hier genannten Ergebnis. Brodie mißt, allerdings nur bei Achtjährigen, von der Sellamitte zum Nasion 6,1 cm. Nach den Berechnungen Fords nimmt die Distanz Foramen caecum—Nasion vom etwa 8. Lebensjahr ab bis zum Erwachsenen noch von 0,96—1,49 im Mittel, also um rund 5 mm zu. Diese Strecke entspricht der Dicke des Stirnbeines einschließlich der Stirnhöhle. Während des gleichen Zeitraumes war nach Ford ein Wachstum der Knochenpartie zwischen Sellamitte und Foramen caecum nicht mehr nachweisbar.

Demnach würde die von Brodie beim Achtjährigen mit 6,1 cm festgestellte Distanz beim Erwachsenen rund 6,6 cm betragen. Berücksichtigt man die unterschiedliche Meßweise — bei Ford von der Sellamitte, bei uns vom Tuberculum sellae aus — dürften sich sämtliche Maße etwa entsprechen.

Nun mißt Ford jedoch bei den Erwachsenen eine Gesamtlänge zwischen Sellamitte und Nasion von 5,97 cm. Dieses Ergebnis weicht leicht gegenüber nicht nur unseren, sondern auch Brodies Ergebnissen nach unten ab. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Ford insgesamt nur 12 Messungen dieser Art durchgeführt, und das am Schädel*präparat* im Gegensatz zu den röntgenologisch *am Lebenden* von Brodie und uns erhobenen Maßen. Schon bei der vergleichsweisen Messung der Länge der Distanz Tuberculum—Foramen caecum am Schädelpräparat (Dürr) war uns aufgefallen, daß diese Maße etwas geringer sind als die röntgenologisch erhobenen. Es ist nicht zu entscheiden, ob es sich bei dieser prinzipiell unwesentlichen Ungenauigkeit um eine von Brodie wie von uns gleichermaßen geringe fehlerhafte Ausrechnung der röntgenologisch nicht zu umgehenden Vergrößerung oder um eine postmortale Schrumpfung der Präparate handelt.

Länge des harten Gaumens. Die Spitze der Spina nasalis anterior ist als Meßpunkt wegen ihrer durch unterschiedliche Knochenappositionen bedingten Variabilität unzweckmäßig. Es erschien deshalb richtiger, die Mitte der Basis des vorderen Nasenstachels zu nehmen, um die Länge des harten Gaumens zu messen. In ähnlicher Weise definiert Lindegård einen Meßpunkt in diesem Bereich als den am weitesten zurückgezogenen Profilpunkt unter der Spina.

Da am hinteren Ende des Palatum durum keine Vertikale besteht, die ähnlich der Profillinie hier nun die Basis der Spina nasalis posterior

abgrenzt, mußte die Spitze des hinteren Nasenstachels als Bezugspunkt genommen werden.

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$5{,}0 \pm 0{,}59$ cm
	Männer	$5{,}0 \pm 0{,}52$ cm
	Insgesamt	$5{,}0 \pm 0{,}56$ cm
Frontale Dysplasie		$4{,}3 \pm 0{,}4$ cm

Signifikanz besteht mit $t = 7{,}2$.

Absolut und relativ bleibt das Ausmaß der Gaumenverkürzung etwas hinter dem Ergebnis der Basislängen zurück, doch beträgt die Differenz relativ weniger als 1 mm und befindet sich im Bereiche möglicher Meßungenauigkeiten. Der harte Gaumen bleibt also bei der frontalen Dysplasie (fast) so stark im Längenwachstum zurück wie die vordere Basislänge.

Nach Lindegård korreliert die Länge des Maxillarkörpers mit der Länge und mit der Höhe des Obergesichtes. Eine Korrelationstabelle unserer Werte bestätigt diese Annahme, wenn auch die statistische Signifikanz geringer war, als wir erwartet hatten.

2. Höhenmaße

a) Vordere Obergesichtshöhe (Nasion — Spina nasalis anterior).

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$5{,}8 \pm 0{,}65$ cm
	Männer	$6{,}0 \pm 0{,}4$ cm
	Insgesamt	$5{,}9 \pm 0{,}51$ cm
Frontale Dysplasie		$5{,}6 \pm 0{,}6$ cm

Die Höhe des vorderen Gesichtes bleibt bei der frontalen Dysplasie nur gering gegenüber der Norm zurück, die Signifikanz ist gering ($t = 2{,}5$). Die von Lindegård normalerweise festgestellte Korrelation zwischen der Höhe und der Länge des Obergesichtes bleibt also prinzipiell, jedoch relativ nicht im gleichen Ausmaß erhalten. Auch die von Drey nachgewiesene Relation zwischen der Stirngrubenlänge und der vorderen Obergesichtshöhe von 10:8—9 wird auf etwa 10:10—11 verändert. Die Proportionen des Gesichtsschädels weichen bei der frontalen Dysplasie erheblich von der Norm ab.

b) Hintere Obergesichtshöhe (Tuberculum sellae — Spina nasalis posterior).

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$5{,}3 \pm 0{,}78$ cm
	Männer	$5{,}7 \pm 0{,}42$ cm
	Insgesamt	$5{,}5 \pm 0{,}63$ cm
Frontale Dysplasie		$4{,}9 \pm 0{,}73$ cm

Die Abnahme der hinteren Gesichtshöhe um 6 mm gegenüber der Norm darf man mit einem t-Wert von 4 als statistisch signifikant bezeichnen. Es dürfte sich dabei um eine Deformität des Gesichtsschädels handeln, die im Rahmen der Streckung des Basiswinkels zu sehen ist und die nach den einleitenden Bemerkungen zu dieser Arbeit als wahrscheinlich anzunehmen war.

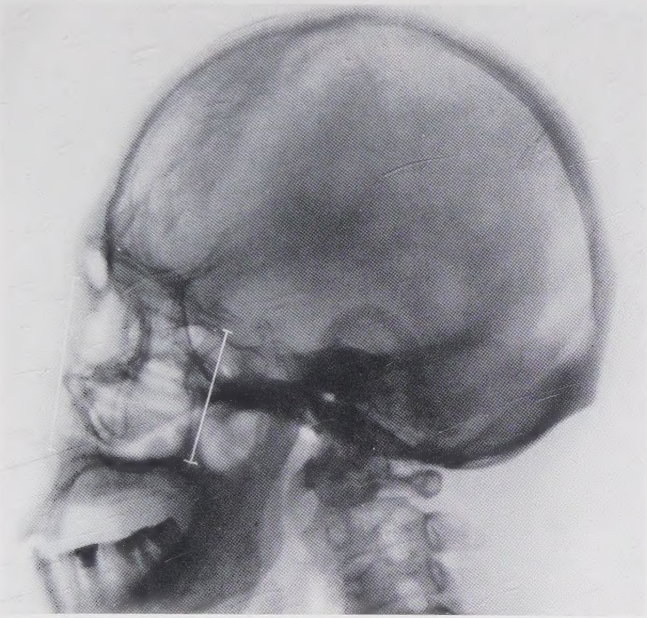

Abb. 2. Eingezeichnete Höhenmaße in der Seitenaufnahme eines Schädels mit frontaler Dysplasie
Nasion—Spina nasalis anterior: 5,5 cm; Norm 5,9 cm
Tuberculum sellae—Spina nasalis posterior: 4,5 cm; Norm 5,5 cm

3. Winkelmaße

a) Winkel Tuberculum sellae — Nasion — Spina nasalis anterior (Profilwinkel).

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$82 \pm 5{,}5^0$
	Männer	$81 \pm 5{,}1^0$
	Insgesamt	$81{,}5 \pm 5{,}2^0$
Frontale Dysplasie		$76{,}0 \pm 7{,}4^0$

Der Profilwinkel wird bei der frontalen Dysplasie mit einer Signifikanz von $t = 4{,}2$ kleiner.

Björk gibt als Normalmaß des Profilwinkels (bei Björk fore-head-angle genannt) $84{,}5^0$ an. Der Unterschied von 3^0 kann in der unterschiedlichen Meßpunktbestimmung der Spina nasalis begründet sein.

b) Winkel Spina nasalis anterior — Basion — Nasion.

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$31 \pm 4{,}0^0$
	Männer	$31 \pm 4{,}3^0$
	Insgesamt	$31 \pm 4{,}1^0$
Frontale Dysplasie		$31 \pm 5{,}0^0$

In dieser Proportion gibt es also keinen Unterschied zwischen der Norm und der frontalen Dysplasie.

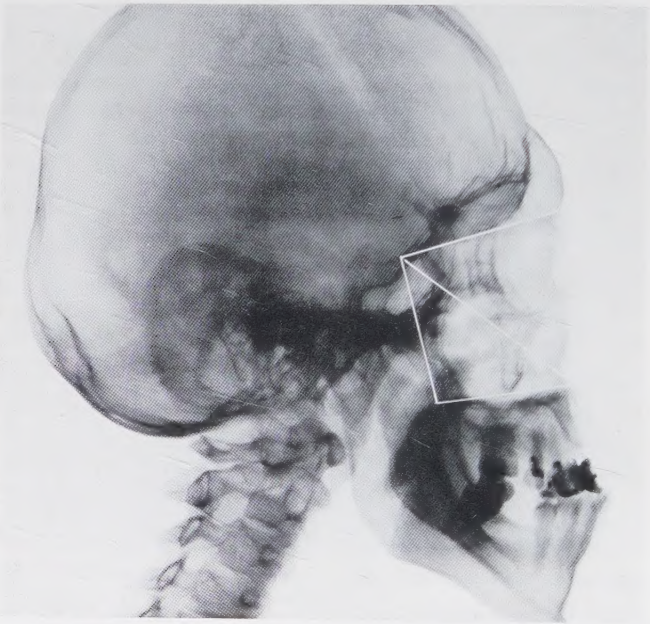

Abb. 3. Eingezeichnete Winkelmaße in der Seitenaufnahme eines Schädels mit frontaler Dysplasie
Winkel Tuberculum sellae — Nasion — Spina nasalis anterior: 71°; Norm 81,5°
Winkel Nasion — Tuberculum sellae — Spina nasalis anterior: 58°; Norm 46°
Winkel Nasion — Tuberculum sellae — Spina nasalis posterior: 97°; Norm 80°

c) Nasion — Tuberculum sellae — Spina nasalis anterior.

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$45 \pm 5{,}0^0$
	Männer	$47 \pm 5{,}2^0$
	Insgesamt	$46 \pm 5{,}0^0$
Frontale Dysplasie		$51{,}5 \pm 7{,}2^0$

Mit einem t-Wert von 4,3 ist dieser Winkel bei der frontalen Dysplasie gegenüber der Norm größer. Es dürfte sich hierbei um eine Folge der dysplastischen Gaumenverkürzung bei fast normaler vorderer Obergesichtshöhe handeln.

d) Winkel Nasion — Tuberculum sellae — Spina nasalis posterior.

Ergebnis:

Norm:	Frauen	$80{,}0 \pm 5{,}2^0$
	Männer	$80 \pm 7{,}1^0$
	Insgesamt	$80 \pm 6{,}1^0$
Frontale Dysplasie		$89 \pm 7{,}1^0$

Mit noch deutlicher Signifikanz ($t = 6{,}4$) wird dieser Winkel bei der frontalen Dysplasie größer als er normalerweise ist. Eine solche For-

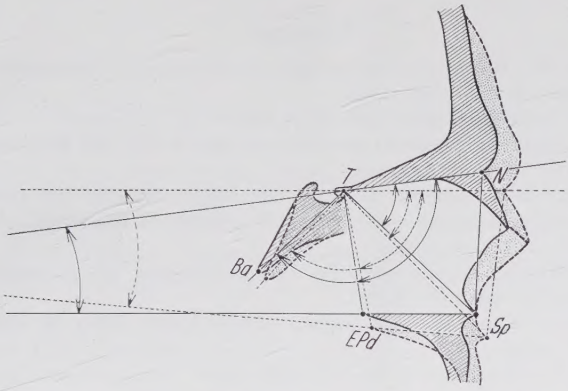

Abb. 4. Skizze der normalen und pathologischen Gesichtsschädelrelationen

mation des Gesichtsschädels war zu erwarten, wenn der Basiswinkel bei der frontalen Dysplasie um 12^0 größer wird. Um die restlichen 3^0 muß demnach der Rachenraum weiter werden.

Abb. 4 gibt die auf das Tuberculum sellae zusammengezeichnete Skizze der normalen und dysplastischen Gesichtsschädelverhältnisse maßgetreu wieder

Zusammenfassung

Die Messung von je 100 Schädelaufnahmen normaler Frauen und Männer im Vergleich mit Aufnahmen von 20 Untersuchten mit einer frontalen Dysplasie ergibt:

Bei der frontalen Dysplasie werden gegenüber der Norm

1. die Strecke Tuberculum sellae—Nasion, das Dach des Obergesichtes, und

2. der harte Gaumen, der Boden des Obergesichtes, in gleichem Maße *kürzer*,

3. die Strecke Nasion—Spina nasalis anterior, die vordere Obergesichtshöhe, gering,

4. die Strecke Tuberculum sellae—Spina nasalis posterior, die hintere Gesichtshöhe, deutlich *niedriger*,

5. der Winkel Tuberculum sellae—Nasion—Spina nasalis anterior, der Profilwinkel, *kleiner*,

6. der Winkel Spina nasalis anterior—Basion—Nasion bleibt unverändert,

7. der Winkel Nasion—Tuberculum sellae—Spina nasalis anterior wird mäßig,

8. der Winkel Nasion—Tuberculum sellae—Spina nasalis posterior deutlich *größer*.

Literatur

Bergerhoff, W.: Wachstum und Bauplan des Schädels im Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. **79**, 745—760 (1953).

Björk, A.: Cranial-base development. A follow-up X-ray study of the individual variation in growth ocuring between the age of 12 and 20 years in swedish males. Zit. b. Lindegård.

— Cranial base development. Amer. J. Orthodont. **41**, 198—225 (1955).

Drey, L.: Roentgenographic study of the growth of the skull. Ann. paediat. (Basel) **188**, 182—199 (1957).

Dürr, Eva-Maria: Kraniometrische Untersuchungen bei frontaler Dysplasie. Med. Diss. Tübingen (im Druck).

Ford, E. H. R.: Growth of the human cranial base. Amer. J. Orthodont. **44**, 498—506 (1958).

Lindegård, B.: Variations in human-body-build. Acta psychiat. (Kbh.), Suppl. **86** (1953).

Schmidt, H.: Über einige Prinzipien der normalen und gestörten Schädelentwicklung (abgeleitet aus Beobachtungen an Röntgenaufnahmen des Schädels bei sogenannten Turmschäden).

Welcker, H.: Untersuchungen über Wachstum und Bau des menschlichen Schädels. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1862.

Dr. D. Möller,
Medizinisches Strahleninstitut der Universität,
74 Tübingen, Röntgenweg 11

Lebenslauf

Am 14.3.1935 wurde ich, Diethard Möller als Sohn des Regierungsbeamten Benno Möller und dessen Ehefrau Elisabeth, geborene Heidan in Wittichenau (Oberlausitz) geboren.

Nach Besuch der Volksschule erlernte ich von 1950 bis 1953 den Beruf des Elektrikers. Danach besuchte ich die Vorstudienanstalt der Humboldt-Universität Berlin, wo ich 1956 das Abitur ablegte. Ich studierte ab 1956 in Berlin und Tübingen die Medizin. Am 25.6.1963 bestand ich an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen die ärztliche Prüfung.